

Барсукова Екатерина Сергеевна

младший научный сотрудник

Научно-исследовательский центр фундаментальных и прикладных
проблем биоэкологии и биотехнологии ФГБОУ ВО «Ульяновский
государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова»

г. Ульяновск, Ульяновская область

Торутанов Павел Сергеевич

младший научный сотрудник

Научно-исследовательский центр фундаментальных и прикладных
проблем биоэкологии и биотехнологии ФГБОУ ВО «Ульяновский
государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова»

г. Ульяновск, Ульяновская область

Сайфутдинова Дина Алмасовна

лаборант-исследователь

Научно-исследовательский центр фундаментальных и прикладных
проблем биоэкологии и биотехнологии ФГБОУ ВО «Ульяновский
государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова»

г. Ульяновск, Ульяновская область

Лукьянов Иван Алексеевич

лаборант-исследователь

Научно-исследовательский центр фундаментальных и прикладных
проблем биоэкологии и биотехнологии ФГБОУ ВО «Ульяновский
государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова»

г. Ульяновск, Ульяновская область

Красноженова Яна Игоревна

студентка

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный
педагогический университет им. И.Н. Ульянова»

г. Ульяновск, Ульяновская область

Рахматуллова Анна Закировна

студентка

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный
педагогический университет им. И.Н. Ульянова»

г. Ульяновск, Ульяновская область

Шевелев Данил Леонидович

студент

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный
педагогический университет им. И.Н. Ульянова»

г. Ульяновск, Ульяновская область

Марьев Александр Сергеевич

студент

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный
педагогический университет им. И.Н. Ульянова»

г. Ульяновск, Ульяновская область

Итяйкин Иван Дмитриевич

студент

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный
педагогический университет им. И.Н. Ульянова»

г. Ульяновск, Ульяновская область

DOI 10.31483/r-168301

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕК УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

***Аннотация:** в статье представлены результаты комплексного исследования качества воды рек Ульяновской области. Установлена динамика микробиологического состава с учетом антропогенной нагрузки, выявлены сходства и отличия в видовом составе. Так самое большое видовое разнообразие выявлено в водах реки Сельдь и минимальное в водах реки Волга, что свидетельствует о неравномерном распределении антропогенной нагрузки в регионе. Определены*

органолептические показатели, показатели цветности и показатель жесткости воды. Полученные данные подтверждают актуальность проблемы загрязнения поверхностных внутренних вод.

Ключевые слова: *реки, микробиология, экология, качество воды, общее микробное число (ОМЧ), условно-патогенные бактерии, MALDI-TOF, антропогенная нагрузка, жесткость воды.*

Вода – незаменимый ресурс, с точки зрения физиологии, гигиены, и санитарной микробиологии. Вода является совокупностью объектов, к каждому из которых предъявляются свои требования в зависимости от сферы ее использования. Малые и средние реки критически важны для эпидемической безопасности сёл и рекреационных зон. Важность соответствия санитарным нормам с позиции эпидемической безопасности водных объектов, для использования человеком, отражено в документах ВОЗ, СанПИН [15; 17].

Оценка качества водных ресурсов сопряжена с рядом трудностей, таких как: количество и разнообразие патогенных видов микроорганизмов способных находится в экосистемах столь велико, что определить все их невозможно, так как большинство водных микроорганизмов относятся к категории некультивируемых. Когда речь идет о так называемой «микробной тёмной материи» или «некультивируемом микробном большинстве», это подавляющее большинство микроорганизмов, о существовании которых нам известно (поскольку мы можем обнаружить их в метагеномах или исследуя ампликоны гена 16S рРНК), но которые до сих пор не были культивированы в лаборатории. Несмотря на десятилетия исследований, большинство микроорганизмов окружающей среды, в том числе водной, остаются некультивируемыми. Это ограничивает наши возможности в изучении их физиологии и роли в геоэкологических процессах [16]. А также, необходимо учитывать, что наличие патогенных микроорганизмов не постоянно и значительно уступает числу непатогенных или условно-патогенных микроорганизмов, соответственно в структуре заболеваемости населения преобладают заболевания, вызываемые условно-патогенными микроорганизмами [6; 7; 11; 17].

Состав микробиоценозов водоемов зависит от концентрации органических и минеральных веществ, температуры, pH, концентрации кислорода и углекислого газа, скорости движения воды и от массивности поступления ливневых, фекально-бытовых и промышленных сточных вод [1]. В свою очередь санитарно-микробиологическое состояние поверхностных вод, согласно СанПиН 1.2.3685–21, зависит от количества аэробных бактерий, бактерий группы *Enterobacteriaceae* (БГКП или колиформы) *Enterococcus* (БГСА, *S. pyogenes*), *Proteus*, *Staphylococcus*. Естественное самоочищение водоема от органического загрязнения является в основном биохимическим процессом и неразрывно связано с жизнедеятельностью разнообразной сапрофитной микрофлоры, осуществляющей биodeградацию различных видов загрязнений.

В связи с этим основной целью исследования является комплексный мониторинг водоёмов Ульяновской области, особенно рек вдали от областного центра, крупных предприятий.

Материалы и методы. Микробиологический, органолептический и химический анализ проводили в образцах проб, которые отбирали из рек Ульяновской области, таких как:

– Тереньгулька – берёт начало в Теренгульском районе Ульяновской области, юго-западнее села Назайкино, в Белых горах, на высоте около 200 м. над уровнем моря. Протяженность 54 км, питание смешанное. В летний период река мелеет, а в районе истоков может пересыхать. Основное хозяйственное назначение – водоснабжение [4; 8];

– Волга – одна из крупнейших рек мира и самая большая по водности, площади бассейна и протяженности в Европе, впадает в бессточный (внутренний) водоём. Исток расположен на Валдайской возвышенности, устье – в Каспийском море, где река формирует обширную дельту. Бассейн Волги охватывает густонаселённые и промышленно развитые регионы, в связи с этим является важным природным и хозяйственным объектом [4; 8; 13];

– Рамалейка – левобережный приток реки Инза (бассейн Суры и Волги), протекает по территории Базарносызганского района. Питание смешанное, с преобладанием снегового. Вода используется местным населением в рекреационных целях. Территория вдоль реки преимущественно сельскохозяйственная и лесохозяйственная, что влияет на состояние водных ресурсов. Хозяйственное использование включает обеспечение хозяйственно-бытовых нужд, рекреацию и любительское рыболовство [4; 8];

– Сельдь – левый приток Свияги, протекающая по территории города Ульяновска. Протяженность реки – 66 км, площадь водосбора – 989 км². Река испытывает значительную антропогенную нагрузку и относится к категории сильно загрязнённых. Вода непригодна для купания и рыбохозяйственных целей. Основными источниками загрязнения являются: ливневые стоки с автомобильных дорог, сбросы от частных домовладений с устаревшими септиками, несанкционированные свалки в прибрежной полосе [4; 5; 8; 9; 17];

– Карасёвка – река, протекающая по территории Заволжского района г. Ульяновска. Исток образуют три основных родника, два из которых выступают в роли рукавов реки. На всём протяжении водотока подпитывается мелкими родниками [17].

Забор проб воды проводили в двух точках (в близи – проба №1 и в отдалении от города – проба №2) с глубины 10 см в стерильные ёмкости, с плотно закрывающимися пробками объемом 1000 мл (ГОСТ 31942-2012).

Микробиологический анализ образцов воды проводили культуральным методом путем заселения на твёрдую агаризованную питательную среду – Эндо, которую готовили согласно инструкции производителя (Оболенск, ФБУН ГНЦ ПМБ, Россия), с последующим культивированием в термостате (LabTech, США) при температуре 37°C в течение 24 часов. В культуре определяли общее микробное число (ОМЧ) путем подсчета колоний, которое характеризует степень общего бактериального загрязнения; общие колиформные бактерии (ОКБ), на определе-

ние возможного фекального загрязнения; термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ) и наличие кишечной палочки (*E. coli*), как показатель свежего фекального загрязнения [12].

Все работы проводили в боксовых помещениях лаборатории микробиологии в ламинар боксах SC2–4A1 (Esco, Сингапур).

Видовую идентификацию микроорганизмов проводили по истечении 24 часов культивирования методом времяпролетной масс-спектрометрии в системе MALDI-TOF MS Sepsityper в программе flexControl (Bruker Daltonics, Германия) согласно протоколу производителя. В работе использовали раствор СНСА-матрицы (альфа-циано-4-гидроксикоричная кислота), который вносили на лунки пластины, предварительно покрытые колониями. Интерпретация результатов исследования проводилась в программе MBT Compass по полученным в ходе идентификации масс-спектрам, которые несут в себе информацию о молекулярной массе белка и его структуре (белковое профилирование). Процесс идентификации основан на сравнении полученных масс-спектров с референсными спектрами, в базах данных, которые поставляются производителем вместе с оборудованием. Чувствительность метода обеспечивает возможность идентификации и количественного определения аналитов на основе отношения массы к заряду (m/z) при концентрациях в аттомолярном диапазоне (10–18 аМ, предельно малые концентрации веществ 10–18 моль/л) [2].

Выделение и идентификация микроорганизмов проводились согласно общепринятым методологическим подходам (Приказ об унификации микробиологических методов исследования №535, 2020), а также согласно рекомендациям по выделению и идентификации некоторых возбудителей, изданным Международной Ассоциацией Клинической Микробиологии и Антимикробной Химиотерапии (МАКМАХ) полуавтоматическими и автоматическими методами, а также высокотехнологичными методами.

Жесткость воды определяли согласно протоколу ГОСТ 31954-2012. Уровень рН измеряли на приборе рН-метр S-220 Kit (производства Mettler Toledo,

Швейцария), согласно протоколу производителя. Жесткость устанавливали титрованием раствором трилона Б с эриохром чёрный Т или хромовый тёмно-синий. К 10 см³ стандартного раствора Mg²⁺ добавляют 90 см³ бидистиллированной воды, 5 см³ буфера и индикатор. Титруют трилоном Б до изменения окраски: для эриохрома чёрного Т – из красно-фиолетовой в синюю с зеленоватым оттенком, для хромового тёмно-синего – в сине-фиолетовую. Результат – среднее трёх определений. Расчёт проводили по формуле $K = 10 / V$, где V – объём трилона Б на титрование стандарта, см³. Жёсткость воды определяли в градусах жесткости (Ж):

$$Ж = (M * F * K * V_{тр}) / V_{пр}, \text{ где } M = 2 \cdot \text{Стр},$$

где M – коэффициент пересчёта, который связывает объём израсходованного титранта (трилона Б) с градусами жёсткости (Ж), вычисляли по формуле:

$$M = 2 \text{ Стр},$$

где Стр. – концентрация раствора трилона Б в ммоль/дм³ (или, в моль/м³).

При стандартной концентрации трилона Б, равной 0,05 моль/дм³ (что соответствует 50 ммоль/дм³), F – множитель разбавления (обычно 1), K – коэффициент поправки, V_{тр} – объём трилона Б на титрование пробы, см³, V_{пр} – объём пробы, см³.

Органолептические показатели характеризуют свойства воды, воспринимаемые органами чувств человека. Эти параметры имеют большое значение для потребительского восприятия качества воды и могут служить индикаторами различных видов загрязнения (табл. 1). Появление выраженного запаха может свидетельствовать о загрязнении воды органическими веществами, хлором или продуктами жизнедеятельности микроорганизмов. Повышенная цветность может указывать на присутствие гумусовых веществ, соединений железа или антропогенных загрязнителей (ГОСТ 31868–2012).

Все работы выполнялись на базе научно-исследовательского центра фундаментальных и прикладных проблем биоэкологии и биотехнологии ФГБОУ ВО

«УлГПУ им. И.Н. Ульянова» с соблюдением требований СанПИН и ГОСТ: Сан-Пин 2021 года №464н; Методические указания МУ 1.3.2569–09; Приказ Минздрава России 2020 года №785н.

Таблица 1

Шкала органолептических показателей воды в норме

Балл	Запах	Цветность	Градус платинокобальтовой шкалы
0	Отсутствие запаха или привкуса	Очень малая	До 25
1	Очень слабый, обнаруживается только опытным исследователем	Малая	От 25 до 50
2	Слабый, обнаруживается потребителем при обращении внимания	Средняя	От 50 до 80
3	Заметный, легко обнаруживается	Высокая	От 80 до 120
4	Отчетливый, обращает на себя внимание	Очень высокая	Более 120
5	Очень сильный, делает воду непригодной для питья		

Результаты и обсуждение. Выявленное распределение микроорганизмов отражает сложную картину микробиоты речных экосистем Ульяновской области (табл. 2). Так, в частности, по результатам проведенного исследования выявлено 29 видов бактерий, относящихся к 10 родам (табл. 2). Наиболее часто встречались представители родов: *Aeromonas* (8 видов, 26%), *Serratia* (6 видов, 20%), *Acinetobacter* (4 вида, 13%), *Pseudomonas* (4 вида, 13%), *Enterobacter* (2 вида, 6%), а также *Escherichia*, *Yersinia*, *Cronobacter*, *Ewingella* и *Pontoea* (по 1 виду, по 3%).

В большинстве исследованных точек забора вода по показателю ОМЧ соответствует установленным нормам. Так, на реке Теренгульке в точке забора №1; на обеих точках забора в реке Волга; на реке Рамалейка, Сельдь, Карасевка и Свяга в точке забора №2 значения находятся в пределах от 20 до 50 КОЕ/мл, не превышая нормативных показателей. При этом на реке Волга и Теренгульке в точках забора №1 показатель ОМЧ минимальна (20 КОЕ/мл). В точках забора №2 рек Волга, Карасевка и Свяга, а также в точке забора №1 реки Рамалейка ОМЧ находится по верхней границе нормативных показателей (50 КОЕ/мл). На реке Теренгульке в точке забора №2 и на реках Сельдь и Карасевка в точках забора

№1 отмечено самый высокий показатель ОМЧ (10^2 КОЕ/мл), что говорит о неблагоприятном воздействии антропогенных факторов для рек Сельдь и Карасевка, а в случае реки Теренгулька, по всей видимости, отражает нарушение природного механизма самоочищения водной экосистемы.

Анализ видового состава.

В реке *Теренгулька* выявлено 4 вида микроорганизмов в точке забора №1, среди которых преобладает типичная водная микрофлора, в виде представителей рода *Aeromonas* (вид *Bestarum*, *Encheleia*, *Enteropelogenes*, *Popoffii*). В точке забора воды №2 количество видов снижается до двух представителей условно патогенными для человека микроорганизмами род *Serrata* (*Fonnticola*) и род *Yersinia* (*Intermtidia*).

В реке *Волга* выявлено 3 вида микроорганизмов в точке забора №1 рода *Pseudomonas* среди которых преобладают естественные сапрофитные микроорганизмы вид *Chlororaphis*, *Japonica*, *Protegens*, которые являются широко распространенной частью естественной микрофлоры, связанные в первую очередь с механизмами самоочищения водной экосистемы. Присутствие *Pseudomonas* указывает на их естественное доминирование в чистых акваториях. В точке забора воды №2 количество видов снижается до двух представителей рода *Aeromonas* – *A. popoffii* и *A. jandaei*.

В воде реки *Рамалейка* в точке забора №1 выявлено 3 вида рода *Aeromonas* (*Bestarum*, *Ichthismia*) и рода *Yersinia* (*Intermtidia*). В точке забора №2 выявлено 4 вида только рода *Aeromonas* (*Bestarum*, *Ichthismia*, *Jandaei*, *Popoffii*). В обеих точках преобладают представители рода *Aeromonas*, что говорит о стабильном органическом загрязнении по всему течению реки (табл. 2).

В точке забора воды №1 реки *Сельдь* определено 9 видов 4-х родов микроорганизмов: *Aeromonas* (*Enteropelogenes*, *Jandaei*, *Media*, *Popoffii*, *Veronii*), *Cronobacter* (*sp*), *Enterobacter* (*Cloacae*, *Ludwigii*), *Escherichia* (*Coli*). В точке забора воды №2 определено 10 видов рода *Acinetobacter* (*Calcoaceticus*), *Aeromonas* (*Bestarum*, *Ichthismia*, *Popoffii*, *Salmonicid*), *Escherichia* (*Coli*), *Pseudomonas*

(*Koreensis*), *Serrata* (*Liguefaciens*, *Plymuthia*, *Proteamaculans*). В обеих точках преобладают потенциально опасные для человека и рыб микроорганизмы, относящиеся к родам *Aeromonas*, *Cronobacter* и *Enterobacter*. Также была выявлена *E. coli* – представитель общих колиформных бактерий – индикатор свежего фекального загрязнения водоёма, *сточными водами или веществами, содержащими бактерии из сухих пищевых продуктов и отходов производства* [13].

В точке забора воды №1 реки *Карасевка* выявлено 4 вида рода *Acinetobacter* (*Jonusonii*, *Nosocomialis*, *Tandoii*), рода *Pontoea* (*Agglomerans*), присутствие которых в водоеме может быть, как естественным явлением, так и индикатором антропогенного загрязнения или процессов биodeградации [10]. В точке забора №2 определено 3 вида условно-патогенных микроорганизмов рода *Aeromonas* (*Encheleia*, *Popoffii*), рода *Pontoea* (*Agglomerans*), как потенциальные источники заболеваний [14].

Таким образом, самое большое видовое разнообразие микроорганизмов отмечается в точке забора воды №1 и в точке забора №2 в водах реки *Сельдь* с преобладанием представителей родов *Aeromonas* и *Serratia* присутствие которых отражает высокую степень органического загрязнения в том числе бытовыми и сельскохозяйственными стоками.

В точке забора воды №1 во всех обследуемых водах рек отмечается одинаковое количество видов микроорганизмов (за исключением реки *Сельдь*). В точке забора воды №2 выявлено наименьшее количество видов микроорганизмов: по 2 вида в реке *Волга* и *Теренгулька*, 3 вида в реке *Карасевка* и 4 вида в реке *Рамалейка*.

Присутствие представителей родов Aeromonas и Serratia может указывать на антропогенное загрязнение водоемов рек Сельдь в точках забора 1 и 2, однако их наличие не всегда свидетельствует о загрязнении, так как они являются частью нормальной микрофлоры водоемов [11].

Из всех выявленных микроорганизмов 43% являются условно-патогенными для человека, а 33% способны вызывать заболевания рыб. Антибиотикорезистентность выявлена у 23% микроорганизмов (табл. 2).

Таблица 2

Видовой состав микроорганизмов анализируемых рек Ульяновской области

Род	Вид	Теренгулька 1	Теренгулька 2	Волга 1	Волга 2	Рамалейка 1	Рамалейка 2	Сельдь 1	Сельдь 2	Карасевка 1	Карасевка 2	Опасность		Резистентность к АБ	
												Человек	Рыба		
<i>Acinetobacter</i>	<i>CALCOACETICUS</i>								+						
	<i>JONUSONII</i>									+			+		
	<i>NOSOCOMIALIS</i>									+		+			
	<i>TANDOII</i>									+					
<i>Aeromonas</i>	<i>BESTARUM</i>	+				+	+		+			+	+	+	
	<i>ENCHELEIA</i>	+									+	+	+		
	<i>ENTEROPELOGENES</i>	+						+				+	+		
	<i>ICHTHISMIA</i>					+	+		+			+			
	<i>JANDAEI</i>				+		+	+				+	+	+	
	<i>MEDIA</i>							+				+	+		
	<i>POPOFFII</i>	+			+		+	+	+		+	+	+	+	
	<i>SALMONICIDA</i>								+				+		
	<i>VERONII</i>							+							+
<i>Cronobacter</i>	<i>sp</i>							+							+
<i>Enterobacter</i>	<i>CLOACAE</i>							+					+		+
	<i>LUDWIGII</i>							+					+		
<i>Escherichia</i>	<i>COLI</i>						+	+				+			
<i>Ewingella</i>	<i>AMERICANA</i>														
<i>Pontoea</i>	<i>AGGLOMERANS</i>									+	+				
<i>Pseudomonas</i>	<i>CHLORORAPHIS</i>			+									+	+	
	<i>JAPONICA</i>			+											
	<i>KOREENSIS</i>								+						
	<i>PROTEGENS</i>			+											
<i>Serratia</i>	<i>FONNTICOLA</i>		+												
	<i>LIGUEFACIENS</i>								+						
	<i>MARCESCENA</i>														+
	<i>PLYMUTHIA</i>								+						+
	<i>PROTEAMACULANS</i>								+				+		
	<i>UREILYTICA</i>														
<i>Yersinia</i>	<i>INTERMTDIA</i>		+			+						+			

Органолептический анализ выявил наибольшую интенсивность запаха (4–5 баллов) в образцах воды точки забора №2 реки Волга и Сельдь и в точке забора №1 реки Рамалейка и Свяга (табл. 3). По данным таблицы 3, водородный показатель (рН) во всех пробах находится в пределах санитарных норм – от 6,5 до 8,5, за исключением реки Рамалейка, где вода слабокислая (рН 6,49 в точке забора номер 1, и 6,30 в точке забора 2). Кисотно-щелочной баланс рН 6,30–7,25 соответствует нейтральным и слабокислым условиям, наиболее благоприятным для выживания большинства бактерий [3].

Жёсткость воды (табл. 3) ни в одном из образцов не превышает нормативные показатели для питьевой воды (7 мг-экв/л). Минимальная жёсткость воды определена в реке Рамалейка (точка забора №2 – 0,64 Ж, точка забора №1 – 1,26 Ж), самые высокие показатели жесткости воды отмечены в реке Карасевка и Сельдь в точках забора воды №2 – 3,17 Ж и 2,89 Ж соответственно.

Цветность (табл. 3) всех проб колеблется «от 10 до 25» (очень малая/малая).

Таблица 3

Химический и органолептический показатели воды рек Ульяновской области

Река	ОМЧ чашки, КОЕ/мл	норма	рН	норма	Жесткость °Ж	Норма °Ж	Запах	Цветность
Теренгулька 1	20	Не более 50 КОЕ/мл	7,25	От 6,5 до 8,5	2,52	Для питьевой воды ≤7	3	От 10 до 25
Теренгулька 2	10 ²		6,66		4,91		2	
Волга 1	20		6,60		1,77		2	
Волга 2	50		6,66		2,75		4	
Рамалейка 1	50		6,49		1,26		5	
Рамалейка 2	40		6,30		0,64		2	
Сельдь 1	10 ²		7,25		2,83		3	
Сельдь 2	40		7,00		2,89		5	
Карасевка 1	10 ²		6,92		2,36		4	
Карасевка 2	50		7,18		3,17		3	
Свяга	50	7,05	2,55	4				

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы.

1. Проведённое комплексное исследование вод из рек Ульяновской области выявило 29 видов 10 родов из которых:

– наибольшее количество родов отмечается в реке Сельдь (7), на втором месте река Карасевка (4), далее в реке Теренгулька (3) и наименьшее в реке Волга и Рамалейка (2);

– видовое разнообразие в реке Сельдь, также самое высокое (17 видов). В реке Теренгульке и Карасевке 6 видов, в водах рек Рамалейка и Волга по 5 видов;

– в точке забора №1 вод анализируемых рек (ближе к населённым пунктам) большее количество родов и видов отмечено в реке Сельдь (4 рода и 9 видов), далее в реке Карасевка 2 рода и 4 вида, в водах реки Теренгулька 2 рода и 2 вида, затем в реке Рамалейка 2 рода и 3 вида, в реке Волга наименьшее количество родов (1 род и 3 вида);

– в точке забора воды №2 (удалённой от населённых пунктов) также наибольшее количество родов и видов в водах реки Сельдь (5 родов и 10 видов), затем в реке Карасевка 2 рода и 3 вида, в реке Рамалейка 1 род и 4 вида, тогда как в реке Волга 1 род и только 2 вида;

– род *Aeromonas* (с различными вариантами видов) присутствует во всех исследованных реках в обеих точках забора воды (100% встречаемость), самый высоко встречаемый вид *A.poroffii* обнаружен в каждой из пяти рек (Теренгулька, Волга, Рамалейка, Сельдь и Карасевка);

– к специфичным родам, которые встречаются только в одной определенной реке в обеих точках забора воды можно отнести в реке Сельдь – *Cronobacter*, *Enterobacter* и *Escherichia* и только в реке Карасевка встречается род *Pantoea*.

2. Органолептический анализ выявил наибольшую интенсивность запаха (4–5 балла) в образцах воды точки забора №2 реки Волга и Сельдь и в точке забора №1 реки Рамалейка и Свяга. рН во всех пробах находится в пределах санитарных норм – от 6,5 до 8,5, за исключением реки Рамалейка, где рН слабкокислая. Цветность колеблется «от 10 до 25» (очень малая/малая).

3. Во всех точках забора воды анализируемых рек значения общей жёсткости не превышают нормативные показатели для питьевой воды (7 мг-экв/л). Наименьшие показатели выявлены в реке Рамалейка и наибольшие в реке Карасевка и Сельдь.

Список литературы

1. Абдюкова Г.М. Экологическая оценка микробиологического загрязнения малых рек / Г.М. Абдюкова, М.А. Турдумамбетова, З.А. Янгуразова // Безопасность жизнедеятельности в современных условиях: проблемы и пути решения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Уфа, 2015. – С. 8–11. EDN TWJLCL
2. Анализ действия антимикробных препаратов (АМП) на жизнедеятельность возбудителя острых респираторных вирусных заболеваний *Staphylococcus aureus* / А.А. Бутовичева, Е.И. Антонова, И.Ю. Бундина, С.В. Салова // Фундаментальные и прикладные исследования по приоритетным направлениям биоэкологии и биотехнологии: материалы V Всерос. науч.-практич. конф. с международным участием (Ульяновск, 20 May 2022) / редкол.: Е.И. Антонова [и др.]. – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 41–51. DOI 10.31483/r-102222. EDN OLLFLE
3. Валиев В.С. Алгоритмы интерпретации показателей качества поверхностных вод / В.С. Валиев, Д.Е. Шамаев, Р.Р. Хасанов [и др.] // Российский журнал прикладной экологии. – 2022. – №1 (29). – С. 23–30. DOI 10.24852/2411-7374.2022.1.23.30. EDN FONGJY
4. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды города Ульяновска в 2018 году / Упр. по охране окружающей среды администрации г. Ульяновска. – Ульяновск, 2018. – 112 с.
5. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды города Ульяновска в 2023 году / Упр. по охране окружающей среды администрации г. Ульяновска. – Ульяновск, 2023. – 129 с.
6. Индикация и идентификация бактерий вида *Serratia marcescens* в водопроводной воде хозяйственно-питьевого водоснабжения / Е.О. Ефрейторова, Л.П. Пульчеровская, Д.А. Васильев, С.Н. Золотухин // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 68–70.
7. Распространённость бактерий вида *S. marcescens* в объектах окружающей среды и пищевых продуктах / Е.О. Ефрейторова, Л.П. Пульчеровская, Д.А. Васи-

льев, С.Н. Золотухин // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 204–211.

8. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды на территории Ульяновской области за 2021 год / М-во природ. ресурсов и экологии РФ. – 2021. – 86 с.

9. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды на территории Ульяновской области за 2024 год / М-во природ. ресурсов и экологии РФ. – 2024. – 64 с.

10. Обухова О.В. Санитарно-экологическая значимость бактерий рода *Acinetobacter*, выделенных из воды и рыбы в дельте р. Волги / О.В. Обухова, Л.В. Ларцева // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. – 2021. – №2. – С. 44–51. DOI 10.24143/2073-5529-2021-2-29-40. EDN JVPEFO

11. Пульчеровская Л.П. Методы индикации и идентификации бактерий вида *Serratia marcescens* в объектах окружающей среды и пищевых продуктов / Л.П. Пульчеровская, Е.О. Ефрейторова, Д.А. Васильев // Актуальные проблемы биологии, биотехнологии, экологии и биобезопасности: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – 2019. – С. 247–250.

12. Рябова Э.Г. Химическая и микробиологическая оценка состояния водных объектов Воскресенского района Московской области / Э.Г. Рябова, И.Е. Цветков // Экология урбанизированных территорий. – 2023. – №4. DOI 10.24412/1816-1863-2023-4-35-43. EDN JNXVXD

13. Синхронные исследования качества воды реки Волги / А.А. Сазонов, А.А. Лисина, О.Н. Ерина [и др.] // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2024. – №5. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sinhronnye-issledovaniya-kachestva-vody-reki-volgi> (дата обращения: 18.05.2026). DOI 10.35567/19994508-2024-5-98-114. EDN TJNWSV

14. Техническое руководство по эпидемиологическому надзору за болезнями, связанными с водой / Рабочая группа по проблемам воды и здоровья. – Женева: ВОЗ, 2011. – 154 с.

15. Catcher.fish – энциклопедия рыбака. – URL: <https://catcher.fish/enciklopedia/vodoemy/pfo/sel-d/> (дата обращения: 18.05.2026).

16. Earth's most needed uncultivated aquatic prokaryotes / S.A. Simon, V. Aschmann, A. Behrendt [et al.] // Water Research. – 2025. – Vol. 273. – P. 122928. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135424018281>. DOI 10.1016/j.watres.2024.122928. EDN WURODE

17. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality: incorporating first addendum. Vol. 1, Recommendations. – 3rd ed. – Geneva: WHO, 2013. – 515 p.